



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 22 453 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 02 P 7/67
H 02 J 13/00
B 60 R 16/02
A 63 H 19/24

⑳ Aktenzeichen: 197 22 453.9-32
㉔ Anmeldetag: 28. 5. 97
㉔③ Offenlegungstag: -
㉔⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 10. 98

DE 197 22 453 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
Doehler, Peter, Dipl.-Kaufm., 80539 München, DE

⑦④ **Vertreter:**
R.A. Kuhnlen & P.A. Wacker
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 85354 Freising

⑦② **Erfinder:**
Haass, Adolf, 81249 München, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
DE 28 46 801 A1
US 50 87 867

⑤④ **Elektrisches Antriebssystem**

⑤⑦ Bei einem elektrischen Antriebssystem wird eine erhöhte elektromagnetische Verträglichkeit durch Verwendung von kommutator- und schleifringfreien Wechselstrom-Drehmotoren als Antriebsmotoren erreicht, wobei ein einfacher Aufbau des Antriebssystems und der Antriebssteuerung dadurch erzielt wird, daß insbesondere mehrphasige Statorwicklungen der Wechselstrommotoren unter Verwendung einer Mehrkanalsteuerung impulsweise angesteuert werden und dabei die Drehzahl des jeweiligen magnetischen Drehfeldes der Wechselstrommotoren gesteuert wird.

DE 197 22 453 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige elektrische Antriebssysteme befinden sich beispielsweise auf großen Arbeitsmaschinen mit einer Vielzahl von Asynchron-Antriebsmotoren für Förderbänder, welche zum Vermeiden des Staus von Fördergut in bestimmter Reihenfolge ein- und auszuschalten sind.

Enthält ein elektrisches Antriebssystem aber eine Mehrzahl ortsverschieden angeordneter Motoren, die zur Erfüllung ihrer Antriebsaufgabe jeweils einzeln einer Drehzahlsteuerung oder Drehzahlregelung bedürfen, so verwendet man in der Regel durch Steuerung der Klemmenspannung drehzahlsteuerbare Gleichstrommotoren oder Allstrommotoren, welche aufgrund der für die Stromzufuhr zum Läufer notwendigen Schleifringe oder Kommutatoren verhältnismäßig teuer sind und zudem den Nachteil haben, daß an den Schleifringen oder an den Kommutatoren Funken auftreten, die Störungen in einem sehr breiten Frequenzband verursachen und somit den Anforderungen einer elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) widersprechen. Eine Abschirmung der durch Schleifringfeuer oder Kommutatorfeuer verursachten Störungen bereitet große Schwierigkeiten, da diese Störungen auch in das gesamte Leitungsnetz einziehen, wobei das Leitungssystem als Störsignalantenne wirksam wird.

Bei bekannten elektrischen Antriebssystemen der eingangs definierten Art, welche verschiedenartige Wechselstrommotoren als Antriebsmotoren haben und bei denen die Antriebsmotoren stark verschiedenartige Antriebsaufgaben erfüllen, ist es ferner erforderlich, daß das Steuersystem jeweils entsprechend vielgestaltig ausgebildete, den einzelnen Wechselstrommotoren zugeordnete Steuereinheiten enthält, wobei, wenn diese Steuereinheiten zentral beeinflußt werden sollen, ein sehr kompliziertes System von Steuerleitungen zwischen der Zentralstation und den einzelnen Steuereinheiten etwa parallel zu dem Leitungsnetz zum Zuführen der elektrischen Energie verlegt werden muß.

Dieses System von Steuerleitungen für ein elektrisches Antriebssystem mit einer großen Anzahl elektrischer Stelltriebe wird, soweit diese Stelltriebe in vergleichsweise geringem gegenseitigen Abstand an einem Gestell oder einem Traggerüst angeordnet sind, in herkömmlicher Weise als Kabelbaum gefertigt, welcher als ein bei der Montage zu handhabendes Teil an das Gehäuse oder Traggerüst angefügt wird und bei seiner Herstellung, seiner Montage und seiner elektrischen Verbindung mit einer Zentralstation einerseits und den einzelnen Steuereinheiten für die Stelltriebe oder Antriebe andererseits einen hohen Arbeits- und Kostenaufwand verursacht.

Steuerleitungssysteme dieser bekannten Art sind überdies störungsanfällig, neigen zu Brüchen einzelner Leitungsadern unter Vibration und können bei leitungsfehlerbedingten Fehlfunktionen der zu steuernden Motoren zu schwerwiegenden Fehlfunktionen des gesamten Antriebssystems führen.

Aus der US-PS 5 087 867 ist ein elektrisches Antriebssystem mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 bekannt. Ein in einer Zentralstation befindlicher Mikroprozessor des bekannten Systems erzeugt Auswahlsignale, welche über das Leitungsnetz den einzelnen Motoren zugeordnete, auf ein jeweils bestimmtes der Auswahlsignale ansprechende Filter erreichen und die Einschaltung eines der Motoren durch einen Filterausgang bewirken. Der ausgewählte und an das Leitungsnetz angeschaltete Motor wird dann durch Ansteuerung von für sämtliche Motoren gemeinsam vorgesehene elektrische Schaltelemente in der

Zentralstation gesteuert, wozu die Schaltelemente in der Phasenlage verschobene Ströme vorgegebener Dauer in den Wicklungen des eingeschalteten Motors fließen lassen.

Ein gleichzeitiger gesteuerter Betrieb einer Mehrzahl von Wechselstrommotoren des Antriebssystems ist bei diesem bekannten System nicht vorgesehen.

Aus der DE-OS 28 46 801 ist es ferner bekannt, in einem Steuerungssystem für Modellfahrzeuge zur Steuerung des Antriebs gleichzeitig auf der Gleisanlage betriebener Modellbahnzüge Steuerinformationen der Betriebsspannung aufzomodulieren, wobei die Steuerinformationen einen Adress-Teil und einen Daten-Teil enthalten. Am Orte eines Triebfahrzeuges bewirkt eine Adress-Erkennungsschaltung, daß der Daten-Teil der Steuerinformation eine befohlene Steuerung eines Betriebszustandes des Antriebs vornimmt.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein elektrisches Antriebssystem mit den Merkmalen des Oberbegriffes von Anspruch 1 so auszugestalten, daß bei vergleichsweise einfachem Aufbau des Steuerleitungsnetzes ein Steuersystem geschaffen wird, das mit seinen Steuereinheiten gleichzeitig eine Anzahl unterschiedliche Antriebsaufgaben erfüllender Wechselstrommotoren steuert, wobei die elektromagnetische Verträglichkeit gesichert ist und Betriebsstörungen vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des in Patentanspruch 1 definierten elektrischen Antriebssystems bilden Gegenstand der dem Anspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche.

Der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke besteht im wesentlichen darin, über ein Leitungsnetz, welches das Energieverteilungsnetz selbst ist, von einer Zentralstation aus Steuersignale zu den Wechselstrommotoren zu führen, wobei diese Steuersignale nicht etwa lediglich die üblichen Ein- und Ausschaltsignale zur Betätigung von Motorschaltern oder dergleichen sind, sondern unmittelbar die Erzeugung des magnetischen Drehfeldes der Statorwicklungen der Wechselstrommotoren beeinflussen. Unabhängig davon, ob das elektrische Leitungsnetz des hier angegebenen elektrischen Antriebssystems mit Gleichstrom oder Wechselstrom gespeist wird, können die einzelnen Wechselstrommotoren jeweils Universal-Steuereinheiten zugeordnet werden, welche trotz jeweils gleichen Aufbaus Wechselstrommotoren unterschiedlicher Leistung, unterschiedlichen Arbeitsdrehzahlbereiches, und unterschiedlicher Statorwicklungsstruktur zu steuern vermögen. Ein die einzelnen Wechselstrommotoren und die zugehörigen Steuereinheiten mit der Zentralstation verbindender Kabelbaum braucht nicht verlegt zu werden.

Allgemein sei hier darauf hingewiesen, daß zwar in der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in erster Linie die Verwendung von Synchronmotoren als schleifring- und kommutatorlosen Wechselstrommotoren aufgezeigt ist, daß aber die Erfindung auch die Verwendung von Asynchronmotoren mit Kurzschlußläufer sowie von an sich bekannten Sonder-Bauformen, etwa Spaltpolmaschinen, umfaßt. Wesentlich ist, daß die hier für den Antrieb vorgeschlagenen Motoren schleifring- und kommutatorlos sind und einen Stator aufweisen, dessen Statorwicklung ein magnetisches Drehfeld zu erzeugen vermag. Stimmt die Drehzahl des Drehfeldes, wie dies bei Verwendung von Asynchronmotoren der Fall ist, nicht mit der Rotordrehzahl überein, so ist bei dem hier vorgeschlagenen System zusätzlich zu der von der Zentralstation aus vorgenommenen Steuerung der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes für manche Antriebsaufgaben eine Rotordrehzahlregelung obli-

gatorisch, um insbesondere ein gewünschtes Anlaufverhalten zu verwirklichen. Eine derartige Drehzahlregelung bereitet aber keine wesentlichen Schwierigkeiten, da der Betrieb der verwendeten schleifring- und kommutatorlosen Wechselstrommotoren vorliegend ohnedies nicht von einer Frequenz der Stromquelle abhängig ist, die bei dem hier angegebenen System beliebig eine Gleichstromquelle oder eine Wechselstromquelle international gebräuchlicher Wechselstromfrequenzen sein kann.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele und besondere Ausgestaltungen des vorgeschlagenen Systems und seiner Teile anhand der Zeichnung beschrieben. Es stellen dar:

Fig. 1 ein elektrisches Antriebssystem in vereinfachter Form und in schematischer Darstellungsweise,

Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 weitergebildete Ausführungsform in schematischer Darstellung,

Fig. 3 ein schematisches Schaltbild einer in dem System gemäß Fig. 2 verwendbaren Impulsgeneratoreinheit,

Fig. 4 eine schematische perspektivische Abbildung eines als Antrieb in einem System der hier angegebenen Art verwendbaren Synchronmotors mit in Richtung der Antriebswelle auseinandergezogen dargestellten Motorteilen,

Fig. 4a eine gegenüber Fig. 4 abgewandelte Ausführungsform eines Synchronmotors in ähnlicher Darstellung,

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines in Verbindung mit Statorteilen gemäß Fig. 4 verwendbaren Kurzschlußläufers zur Bildung eines Asynchronmotors,

Fig. 6 eine schematische Ansicht des Synchronmotorläufers von Fig. 4 unter Andeutung der Statorpole und

Fig. 7 eine schematische Ansicht eines Synchronmotors, dessen Statorwicklung entsprechend dem Betrieb eines Schrittmotors ansteuerbar ist.

In den Zeichnungen sind einander entsprechende Teile der gezeigten Ausführungsformen jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Das elektrische Antriebssystem gemäß Fig. 1 enthält ein Leitungsnetz 1 und Antriebsaggregate 2, 3 usw., welche jeweils einen schleifring- und kommutatorlosen elektrischen Wechselstrommotor 4 enthalten. An das Leitungsnetz 1 ist eine elektrische Stromquelle 5 angeschlossen, welche bei der Ausführungsform von Fig. 1 eine Gleichstromquelle ist. Außerdem ist mit dem Leitungsnetz 1 eine Zentralstation 6 gekoppelt. Diese Zentralstation dient zur Lieferung von Steuersignalen für die Antriebsaggregate 2, 3 usw., und für weitere, mit dem Leitungsnetz verbundene Verbraucher, wie Beleuchtungen, Signalgeber und dergleichen. Sperrkreise zum Fernhalten der Spannung der Stromquelle 5 von der Zentralstation 6 sowie zum Fernhalten der Signale der Zentralstation 6 von der Stromquelle 5 sind in der Zeichnung zur Darstellungsvereinfachung weggelassen. Weiter sei hier angemerkt, daß die Stromquelle 5 und die Zentralstation 6 auch in einer Geräteeinheit zusammengefaßt sein können, derart, daß an das Leitungsnetz 1 über eine einzige Zuleitung eine Speisespannung gelegt wird, der Steuersignale aufmoduliert sind, doch ist vorliegend aus Übersichtlichkeitsgründen eine getrennte Darstellung gewählt.

Die Zentralstation 6 enthält einen Kodierer 7, welcher die Steuersignale für die an das Leitungsnetz 1 angeschlossenen Steuersignalempfänger derart kodiert, daß am Orte der Steuersignalempfänger vorgesehene Dekodierer 8 die für den betreffenden Steuersignalempfänger bestimmten Steuersignale auszusondern vermag. Diesbezügliche Einzelheiten sind dem Fachmann bekannt und bedürfen hier keiner näheren Beschreibung.

Die Antriebsaggregate 2, 3 nehmen die an dem Leitungsnetz 1 anstehende Gleichspannung der Spannungsquelle 5 und auch die Steuersignale der Zentralstation 6 ab, so daß die Gleichspannung und die Steuersignale auf den Leitun-

gen 11 und 12 zur Verfügung stehen.

Über ein Auskoppelnetzwerk, das in der Regel aus Widerständen oder Kondensatoren besteht, ist an die Leitungen 11 und 12 der Dekodierer 8 angeschlossen, welcher die z. B. für das Antriebsaggregat 2 bestimmten Steuersignale aussondert und an eine Impulsgeneratoreinheit 13 liefert, deren Ausgangsleitungen in der schematisch angedeuteten Weise Rechteckwellen-Schaltimpulsfolgen liefern, die in ihrer Phase relativ zueinander um 120° , bezogen auf die volle Impulsperiode verschoben sind. Die Impulsfrequenz der Ausgangsimpulsfolgen der Impulsgeneratoreinheit 13 ist von den durch die Zentralstation 6 erzeugten, vom Kodierer 7 kodierten und schließlich vom Dekodierer ausgesonderten und dekodierten Steuersignalen abhängig.

Die von der Impulsgeneratoreinheit 13 erzeugten Schaltimpulsfolgen gelangen zu einem Wechselrichter 14, der an die die Gleichspannung der Stromquelle 5 führenden Leitungen 11 und 12 angeschlossen ist und diese Gleichspannung mittels dreier steuerbarer elektrischer Ventile in eine dreiphasige Wechselspannung umformt, die auf den Leitungen 15, 16, 17 abgegeben wird. Die Spannungen auf den Leitungen 15, 16 und 17 haben jeweils etwa die Gestalt einer Rechteckwelle, soweit die Verhältnisse im Leerlauf betrachtet werden.

An die Leitungen 15, 16 und 17 sind die drei Phasen einer dreiphasigen Statorwicklung des Motors 4 angeschlossen, wobei diese drei Phasen im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Sternschaltung liegen. Der dem Stator zugeordnete Rotor 18 hat die Gestalt eines Synchronmaschinen-Polrades, dessen Welle mit einer anzutreibenden Einrichtung 19 gekuppelt ist. Die Impulsfrequenz der Ausgangsimpulsfolgen der Impulsgeneratoreinheit 13 bestimmt die Drehzahl des vom Stator des Synchronmotors 4 erzeugten Drehfeldes und damit die Drehzahl des Rotors 18 in eindeutiger Zuordnung.

Bei der im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform werden die einzelnen Phasen der Statorwicklung im wesentlichen durch rechteckwellenförmige Ströme erregt, weshalb das durch den Stator des Elektromotors 4 erzeugte Drehfeld verhältnismäßig ungleichförmig ist. Diese Ungleichförmigkeit kann durch Ansteuerung der einzelnen Phasen der Statorwicklung des Motors 4 jeweils durch eine Mehrzahl von in ihrer Impulsbreite modulierten Impulsen beseitigt werden, worauf nachfolgend näher eingegangen wird.

Es kann aber auch wünschenswert sein, die Amplitude der über die Leitungen 15, 16 und 17 fließenden Stromwellen abhängig von der Drehzahl des zu erzeugenden Drehfeldes zu verändern, beispielsweise um ein bestimmtes Anlaufverhalten des Synchronmotors 4 zuverlässig auch bei einem erhöhten Anfahrwiderstand der antreibenden Einheit 19 zu verwirklichen. In diesem Falle können, wenn die elektrischen Ventile des Wechselrichters 14 nicht im Sättigungsbereich arbeiten, erhöhte Amplituden der Stromwellen auf den Leitungen 15, 16 und 17 durch entsprechend größere Schaltimpulse am Ausgang der Impulsgeneratoreinheit 13 erreicht werden, die hierzu durch eine zusätzliche Steuerinformation von der Zentralstation 6 veranlaßt wird.

In der Darstellung einer gegenüber Fig. 1 weitergebildeten Ausführungsform nach Fig. 2 sind Einzelheiten der Zentralstation 6 angedeutet. Diese enthält eine Steuerkonsole 20 mit einer Tastatur 21 zur manuellen Eingabe bestimmter Steuerbefehle sowie eine Anzeigeeinrichtung 22 zur Wiedergabe von Rückmeldungen von an das Leitungsnetz 1 angeschlossenen Verbrauchern, wobei Details der Signalfade zur Rückleitung der Quittungssignale oder Rückmeldungs-
informationen in der vorliegenden Beschreibung und den Zeichnungen zur Vereinfachung der Darstellung weggelas-

sen sind.

Die Steuerkonsole 20 ist über eine Reihe von Signalleitungen mit Steuersignalerzeugungseinrichtungen 23 verbunden, die Impulsgeneratoren, Analog-/Digitalumsetzer sowie Multiplexer-Einrichtungen und den zuvor erwähnten Kodierer 7 enthalten.

In der Ausführungsform nach Fig. 2 hat die Stromquelle 5 die Gestalt einer Wechselstromquelle, welche von der Steuerkonsole 20 aus ein- und ausschaltbar, sowie in ihrer Amplitude steuerbar ist.

In den Antriebsaggregaten 2 und 3, welche genau so wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1 an das Leitungsnetz 1 angeschlossen sind, befindet sich jeweils eine Gleichrichter-schaltung 24, die die Wechselspannung der Wechselstromquelle 5 in eine auf Ausgangsleitungen 11a und 12a der Gleichrichterschaltung 24 dargebotene Gleichspannung umformen. Diese Gleichspannung wird in ähnlicher Weise wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1 einem Wechselrichter 14 zugeführt, der ausgangsseitig auf Leitungen 15, 16 und 17 relativ zueinander um 120° phasenverschobene Wechselspannungen liefert, die in den drei Phasen der Statorwicklung des elektrischen Synchronmotors 4 entsprechend phasenverschobene Magnetfelder erregen, die in einem auf das Polrad 18 des Synchronmotors 4 wirkenden Drehfeld resultieren.

Abweichend von der Ausführungsform nach Fig. 1 ist jedoch die Impulsgeneratoreinheit 13 der Ausführungsform nach Fig. 2 so ausgebildet, daß sie dem Wechselrichter 14 nicht lediglich um 120 elektrische Grade relativ zueinander phasenverschobene Rechteckwellen-Schaltimpulse zuführt, sondern über drei Schaltimpulsleitungen dem Wechselrichter 14, nämlich den darin befindlichen, steuerbaren elektrischen Ventilen innerhalb einer Periode der zu erzeugenden Wechselspannung nach Art des Betriebs eines Schaltreglers eine Mehrzahl von Impulsen unterschiedlicher Impulsdauer zuleitet. Die Folge und Dauer der jeweils zugeführten Schaltimpulse ist so gewählt, daß die elektrischen Ventile des Wechselrichters 14 innerhalb der Periode eines zu erzeugenden Wechselstroms so aufgesteuert werden, daß das zeitliche Integral über die Impulsfolge, bezogen auf das Niveau des jeweiligen Gleichstrommittelwertes eine Sinusschwingung annähert.

Man erreicht so bei Erregung der dreiphasigen Statorwicklung des Synchronmotors 4 ein vergleichsweise ebenmäßiges magnetisches Drehfeld.

Die Periode der Folge von Ausgangsimpulsen der Impulsgeneratoreinheit mit jeweils zur Annäherung einer Sinusschwingung der Ströme auf den Leitungen 15, 16 und 17 veränderlich gewählter Impulsdauer wird durch ein von der Dekodierungseinrichtung 8 für die Impulsgeneratoreinheit ausgesondertes Steuerbefehlssignal der Zentralstation 6 eingestellt. Dieses Steuerbefehlssignal bestimmt also in einer vergleichsweise einfachen Form die Gestalt und gegenseitige Zuordnung einer Vielzahl von Steuerimpulsen am Ausgang der Impulsgeneratoreinheit 13, ohne daß auf dem Weg von der Zentralstation 6 zu dem Antriebsaggregat 2 bzw. 3, usw., eine Vielzahl von Steuersignalübertragungskanälen vorgesehen zu sein braucht.

Fig. 3 zeigt eine mögliche Form eines Teils der Impuls-generatoreinheit 13 für die Ausführungsform nach Fig. 2 auf.

Der Dekodierer 8 liefert an einen Impuls-generator 25 Steuersignale, welche die Impulswiederholungsfrequenz der Ausgangsimpulse des Impuls-generators 25 bestimmen. Der Impuls-generator 25 liefert an seinem Ausgang eine Impulsfolge mit einer Impulswiederholungsfrequenz entsprechend der Drehfrequenz des durch den Stator des Synchronmotors 4 zu erzeugenden magnetischen Drehfeldes. Diese Ausgangsimpulse des Impuls-generators 25 setzen ein Schie-

beregister 26 in Lauf, dessen Takteingang zur Fortschaltung des Eingangssignales durch die Stufen des Registers vom Ausgang des Impuls-generators 25 über einen Impulsvervielfacher 27 zugeführt wird. Die Impulswiederholungsfrequenz des Impulsvervielfachers 27 ist bei dem gewählten, lediglich zur qualitativen Erläuterung dienenden Beispiel das Achtfache der Impulswiederholungsfrequenz des Ausgangs des Impuls-generators 25. Mit dem Fortschritt des Auslöseimpulses des Schieberegisters 26 durch dessen Stufen geben die Registerstufen jeweils Ausgangssignale ab, die in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise zu Flip-Flops 28 gelangen und diese Flip-Flops bei ihrem Eintreffen jeweils in den Einschaltzustand stellen.

Rückstellsignale für die Flip-Flops 28 werden von einem zum Schieberegister 26 parallel betriebenen Schieberegister 29 bezogen. Dieses Schieberegister wird im wesentlichen gleichzeitig mit dem Schieberegister 26 durch den Ausgang des Impuls-generators 25 erregt, jedoch mit einem Takt weiterschaltet, welcher bedeutend höherfrequent ist als der Weiterschaltungstakt für das Schieberegister 26.

Das Schieberegister 26 hat eine Anzahl von Stufen entsprechend der Zahl von Impulsen, die zur Annäherung einer Periode eines sinusförmigen Stromes auf einer der Leitungen 15, 16 und 17 verwendet werden, im vorliegenden Beispiel also acht Stufen, weshalb der Weiterschaltungstakt des Impulsvervielfachers 27 das Achtfache des Taktes am Ausgang des Impuls-generators 25 beträgt.

Das Schieberegister 29 hat eine Anzahl von Stufengruppen entsprechend der Stufenzahl des Schieberegisters 26, jedoch innerhalb jeder Stufengruppe eine Anzahl von einzelnen Stufen entsprechend derjenigen Zahl von Impulsen unterschiedlicher Impuls-länge, welche zur Annäherung der Sinus-Stromschwingung auf einer der Leitungen 15, 16 und 17 innerhalb einer Impulsfolge von acht Impulsen entsprechend einer Periode dieser Sinusschwingung wünschenswert oder erforderlich ist. Im vorliegenden Falle sind lediglich drei unterschiedliche zeitliche Impuls-längen gewählt. Demgemäß besitzt das Schieberegister 29 insgesamt vierundzwanzig Stufen, geordnet in acht Registerstufengruppen. Die Weiterschaltungs-Taktfrequenz des Schieberegisters 29 beträgt das Vierundzwanzigfache der Ausgangs-Impulswiederholungsfrequenz des Impuls-generators 25, wozu ein Impulsvervielfacher 27a die Impulswiederholungsfrequenz am Ausgang des Impulsvervielfachers 27 verdreifacht.

Man erkennt also, daß die vom Ausgang des Impuls-generators 25 abgeleiteten Anregungsimpulse für die Schieberegister 26 und 29 diese Register aufgrund der unterschiedlichen Taktfrequenzen trotz stark unterschiedlicher Stufenzahl in jeweils gleichen Zeiten durchlaufen.

Die Rückstellsignale für die Flip-Flop-Schaltungen 28 werden nun von (bestimmten Registerstufen des Registers 26 entsprechenden) Registerstufengruppen des Registers 29 abgeleitet, so daß man an den Ausgängen der Flip-Flop-Schaltungen 28 auf einer Ausgangsleitung der Impuls-generatoreinheit 13 zusammenführbare Schaltimpulse modulierter zeitlicher Impulsbreite erhält. Andere Gruppen von Einschaltsignalen und Rückstellsignalen für andere Gruppen von Flip-Flop-Schaltungen ergeben Schaltimpulsfolgen beispielsweise mit 120° relativer Phasenverschiebung zu der zuvor behandelten Folge von Impulsen unterschiedlicher zeitlicher Länge, derart, daß die um 120 elektrische Grade phasenverschoben gespeisten Statorwicklungen des Synchronmotors 4 ein magnetisches Drehfeld guter Gleichförmigkeit zu erzeugen vermögen.

Es sei bemerkt, daß die gegenseitigen Phasenverschiebungen der Schaltimpulsfolgen für die den einzelnen Strängen der Statorwicklung zugeordneten Eingänge des Wech-

selrichters 14 bei einer Änderung der Impulswiederholungsfrequenz des Impulsgenerators 25 bei der Ausführungsform nach Fig. 3 ohne zusätzliche Steuereingriffe ohne weiteres aufrecht erhalten werden. Der Abgriff des Rückstellsignals für die Flip-Flop-Schaltungen 28 von einzelnen Registerstufen des Schieberegisters 29 am Gruppenbeginn, in der Gruppenmitte oder am Gruppenende bestimmt unabhängig von der Ausgangsfrequenz des Impulsgenerators 25 die relative zeitliche Impulslänge.

Die Darstellung von Fig. 4 zeigt in axialer Richtung auseinandergezogen einen Synchronmotor 4 mit einem in Axialrichtung zweigeteilten Stator, der Statorteile 30a und 30b aufweist. Die Statorteile 30a und 30b enthalten jeweils ein ringförmiges Joch und von diesem aus in Axialrichtung vorstehende, einander gegenüberstehende und in einem Radialschnitt kreisringsektorförmige Polstücke, die jeweils, wie in Fig. 4 allerdings nicht dargestellt ist, durch aufgesteckte, flache Spulen mit im Radialschnitt kreisringsektorförmiger Spulenöffnung umgeben sind.

Zwischen den Statorteilen 30a und 30b befindet sich das auf der Motorwelle 31 sitzende Polrad 18 des Synchronmotors 4 mit einem das Polrad durchsetzenden, in geeigneter Weise magnetisierten Permanentmagneten 32, der aus Ferrumaterial bestehen kann.

Die Anordnung der gegen das Polrad 18 vorstehenden Pole der Statorteile 30a und 30b sowie des Polrades 18 selbst ist aus der Stirnansicht gemäß Fig. 6 erkennbar. Abweichend von der üblichen Orientierung der Polmittelachsen von dreiphasigen Stator-Polanordnungen von Synchronmaschinen ist bei der Ausführungsform nach den Fig. 4 und 6 eine Statorpolanordnung gewählt, bei der die einzelnen Pole mit Bezug auf die Achse der Motorwelle 31 eine geometrische Orientierung bei 0°, 60°, 180° und 240° haben. Übliche, für eine Statorwicklung mit einer Polpaarzahl von 2 vorgesehene weitere Polstücke in den geometrischen Stellungen von 120° und 300° sind bei der Ausführungsform nach den Fig. 4 und 6 weggelassen. Die die Polstücke in den Stellungen von 0°, 60°, 180° und 240° umgebenden Wicklungen werden durch entsprechende Ansteuerung des Wechselrichters 14, der in diesem Fall vier Ausgangsleitungen oder vier Ausgangsleitungspaare aufweist, derart erregt, daß die Statoranordnung aus den Statorteilen 30a und 30b in dem Raum zwischen den einander axial gegenüberstehenden Polstücken ein intensives und vergleichsweise ebenmäßiges magnetisches Drehfeld erzeugen. Durch die Weglassung weiterer Polstücke in den geometrischen Stellungen entsprechend 120° und 300° wird bei der Ausführungsform eines Synchronmotors nach den Fig. 4 und 6 erreicht, daß der Motor in dem durch den Abstand A zwischen den Strich-Doppelpunkt-Strich-Markierungslinien vergleichsweise geringe Abmessungen hat, also lang und schmal ist, was für den Einbau in manchen Antriebsaggregaten, etwa Automobilen, sehr zweckmäßig ist.

Fig. 4a zeigt eine gegenüber Fig. 4 abgewandelte Ausführungsform eines Synchronmotors mit einem in Axialrichtung zweigeteilten Stator, wobei die Statorteile wiederum mit 30a und 30b bezeichnet sind. Aufgrund der in Axialrichtung auseinandergezogenen Darstellung haben die Statorteile 30a und 30b großen Abstand von dem Synchronmaschinen-Polrad 18, stehen diesem jedoch mit ihren in einem Radialschnitt ringsektorförmigen Polstücken mit geringem Abstand gegenüber, wenn die Anordnung, wie durch Pfeile angedeutet, zusammengeschoben ist.

Abweichend von der Ausführungsform nach Fig. 4 besitzen die Statorteile 30a und 30b jeweils nur ein Paar einander gegenüberstehender, im Radialschnitt kreisringsektorförmiger Polstücke. Die Statorteile sind gleich ausgebildet, jedoch um die Achse 31 gegeneinander um 60° versetzt mon-

tiert. Die den Polstücken bzw. den Polpaaren der Statorteile 30a und 30b von Fig. 4a zugeordneten Statorwicklungen werden so erregt, daß sich ein mit dem Synchronmaschinen-Polrad 18 in Wechselwirkung tretendes Drehfeld ergibt, wobei sich ähnliche Verhältnisse einstellen, wie im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach den Fig. 4 und 6 beschrieben wurde. Auch die Ausführungsform nach Fig. 4a zeichnet sich durch raumsparende Bauweise (Fig. 6, Abmessung A) aus und hat den Vorteil der einfachen und kostengünstigen Fertigung aufgrund der gleichen Ausbildung der Statorteile.

Anstelle des Synchron-Polrades 18 kann zwischen den Statorteilen 30a und 30b auch ein Asynchronmotor-Kurzschlußläufer in einer der Form des Polrades 18 äußerlich entsprechenden, flach scheibenförmigen Gestalt vorgesehen sein, wobei die Kurzschlußbringe des hier mit 33 bezeichneten Kurzschlußläufers relativ zur Motorwelle 31 zum einen durch eine Nabe und zum anderen durch einen äußeren Radkranz gebildet sind und die dazwischen liegenden radial verlaufenden Speichen die Rotorstäbe des Kurzschlußläufers bilden.

Werden in elektrischen Antriebssystemen der vorliegend angegebenen Art Asynchronmotoren verwendet, deren Statorwicklungen von einer Impulsgeneratoreinheit 13 angesteuert werden, so ist es aufgrund der Drehzahl-/Drehmomentkennlinie von Asynchronmaschinen für manche Antriebsaggregate erforderlich, eine Drehzahlregelung vorzunehmen, während bei der Verwendung von Synchronmotoren als Antriebsmotoren eine reine Drehzahlsteuerung durch Steuerung der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes des Stators vorgenommen werden kann, nachdem die Drehzahl des Polrades stets synchron mit der Drehung des Drehfeldes zu erfolgen hat.

Bei der Drehzahlregelung der zu verwendenden Asynchronmotoren ist, wie in Fig. 5 rein schematisch angedeutet, ein Drehzahl-Istwertgeber 34, beispielsweise ein elektro-optischer Drehmelder, ein induktiver Drehmelder oder ein kapazitiver Drehmelder vorgesehen, dessen Istwertsignale der Drehzahl zur Vervollständigung eines Regelkreises dem Impulsgeber 25 rückübertragen werden. Auch können in nicht-impuls-beaufschlagten Statorwicklungsteilen induzierte Spannungen als Drehzahl-Istwertsignale ausgestaltet und zum Impulsgeber 25 zwecks Drehzahlregelung rückgemeldet werden. Die Drehzahlregelung, insbesondere zur Verwirklichung eines bestimmten Anlaufverhaltens, geschieht in der Weise, daß je nach gewünschter oder zu erreichender Drehzahl durch Bestimmung einer bestimmten Drehfrequenz des im Stator erzeugten magnetischen Drehfeldes bestimmte Drehzahl-/Drehmomentkennlinien des mit unterschiedlicher Frequenz beaufschlagten Asynchronmotors ausgewählt werden, derart, daß beispielsweise vom Stillstandsmoment aus jeweils diejenige Kennlinie zur Wirkung gebracht wird, welche eine bestimmte Fahrgeschwindigkeit größer werden bzw. kleiner werden bzw. gerade gleichbleibend läßt.

Schließlich besteht gemäß Fig. 7 die Möglichkeit, einen zum Antrieb dienenden Synchronmotor 4 mit einem Stator 35 zu versehen, an welchem Leiterstäbe 36, sich in Axialrichtung erstreckend am Innenumfang verteilt angeordnet sind, wozu im Blechpaket des Stators entsprechende Nuten vorgesehen sind. Die einzelnen Leiterstäbe 36 sind auf der hinter der Zeichenebene von Fig. 7 gelegenen Seite des Stators 35 an eine gemeinsame Rückleitung angeschlossen und auf der dem Betrachter zugekehrten Seite des Stators 35 in der aus Fig. 7 ersichtlichen Weise jeweils mit elektronischen Umschaltern 37 verbunden, welche den Anschluß einzelner Leiterstäbe 36 entweder an die ein positives Potential führende Leitung 11 oder die ein negatives Potential führende

Leitung 12 vornehmen. Die Schalterstellungen der elektromechanischen Umschalter 37 sind durch Schaltsignale von den einzelnen Stufen eines Registers 38 von dem augenblicklich innegehabten Schaltzustand in den jeweils anderen Schaltzustand umstellbar, wobei im Stator 35 einander diametral gegenüberliegende Leiterstäbe 36 in der aus Fig. 7 angedeuteten Weise gleichzeitig eine Umstellung erfahren.

Durch Regelung der Taktfrequenz zur Weiterschaltung des Registers 38 mittels des Taktimpulsgenerators 39 wird ein von den Leiterstäben 36 insgesamt aufgrund der Richtung des jeweiligen Stromdurchflusses angeregtes magnetisches Drehfeld bestimmter Drehzahl erzeugt, wobei dieses Drehfeld mit dem Polrad 18 in Wechselwirkung tritt. Der Antrieb nach Fig. 7 verwirklicht also einen verhältnismäßig einfach aufgebauten Dreh-Schrittmotor, innerhalb des Antriebssystems der hier angegebenen Art.

Wesentliche Vorteile des hier vorgeschlagenen Antriebssystems werden deutlich, wenn die Wechselstrommotoren zumindest in der Überzahl Stellmotoren verhältnismäßig geringer Leistung sind und zeitweise zur Durchführung von Stellbewegungen anzutreibender Einrichtungen verwendet werden, wobei es auf hohen Antriebswirkungsgrad nicht wesentlich ankommt. Der Leistungsbedarf der anzutreibenden Einrichtungen kann stark unterschiedlich sein, ebenso wie der erforderliche Drehzahlbereich von anzutreibender Einheit zu anzutreibender Einheit. Solche Verhältnisse herrschen auf Fahrzeugen, etwa Kraftfahrzeugen, bei denen die anzutreibenden Einrichtungen Fensterheber, motorbetriebene Antennen, Lüfter für die Klimaanlage, Scheibenwischer, Sitzverstellrichtungen und dergleichen sein können. Auch bei Luftfahrzeugen ist eine Vielzahl von Stelltrieben vorgesehen, die etwa zur Leitwerksverstellung oder für bestimmte Ventilantriebe vorgesehen sind.

Das hier angegebene elektrische Antriebssystem gestattet es, das gesamte Leitungsnetz zur Zuführung der elektrischen Energie zu den Wechselstrommotoren in einfacher Weise mit wenigen Leitungsdarmen auszustatten und dieses Leitungsnetz zugleich zur Zuleitung der Steuerimpulse zu verwenden, wobei am Orte jedes Wechselstrommotors gleiche, universell verwendbare Steuersignalempfänger vorgesehen sind, was die Lagerhaltung, die Montage und insbesondere einen in hohem Maße fehlersicheren Aufbau ermöglicht.

Das gesamte Leitungsnetz kann mit einer elektromagnetischen Abschirmung versehen sein, derart, daß weder elektromagnetische Störungen von dem Leitungssystem zu anderen Einrichtungen dringen, noch von außen Störungen den Betrieb des hier angegebenen elektrischen Antriebssystems beeinflussen.

Nachdem Kabelbäume zur Zuleitung von Steuersignalen zu den einzelnen anzutreibenden Einrichtungen bzw. den sie antreibenden Wechselstrommotoren nicht notwendig sind, kann die erzielte Einsparung zur Verlegung von Mehrfachleitungen genutzt werden, welche einen redundanten Betrieb beispielsweise auf allen Fahrzeugen, die eine erhöhte Sicherheit voraussetzen, verlegt werden können.

Schließlich sei noch erwähnt, daß innerhalb des hier angegebenen elektrischen Antriebssystems Wechselstrommotoren unterschiedlichen Typs in ein und demselben System eingesetzt werden können, ohne daß der grundsätzliche Aufbau der Steuerkreise verändert zu werden braucht. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß etwa eine Impulsgenerator-einheit der zuvor beschriebenen Art für die Steuerung von Wechselstrommotoren mit unterschiedlichen Polzahlen der Statorwicklung eingesetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem mit einer Mehrzahl

ortsverschieden angeordneter schleifring- und kommutatorloser Wechselstrommotoren (4), deren jeweiliger Stator mit Wicklungen ausgebildet ist, um ein magnetisches Drehfeld zu erzeugen, mit einem elektrischen Leistungsnetz (1) zum Zuführen elektrischer Energie von einer Stromquelle (5) zu den Wechselstrommotoren (4) und mit einem Steuersystem (6, 8, 13), das den Wechselstrommotoren jeweils zugeordnete Steuereinheiten (8, 13) enthält, wobei das Steuersystem (6, 8, 13) eine mit dem elektrischen Leitungsnetz (1) gekoppelte Zentralstation (6) zur Erzeugung von den Wechselstrommotoren zugeordneten Steuersignalen und am Orte der Wechselstrommotoren (4) befindliche Steuersignalempfänger (8, 13) enthält und der jeweilige Steuersignalempfänger (8, 13) bei Auftreten des ihm zugeordneten Steuersignals in der Phasenlage verschobene Ströme vorgegebener Dauer in den Wicklungen des jeweiligen Wechselstrommotors (4) bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Steuersignalempfänger (8, 13) eine Impulsgeneratoreinheit (13) aufweist, die die Ströme als Impulse erzeugt, wobei die Phasenlage und die Dauer mittels der der Impuls-generatoreinheit (13) zugeführten und kodierten Steuersignale einstellbar sind, so daß die Drehzahl des Drehfeldes steuerbar ist.

2. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die von der Zentralstation (6) abgegebenen Steuersignale über einen Multiplexer und Kodierer (7) an das elektrische Leitungsnetz (1) angekoppelt sind und daß die Impuls-generatoreinheit (13) von einem Demultiplexer und Dekodierer (8) gespeist ist.

3. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (5) eine Wechselstromquelle ist und daß am Orte der Wechselstrommotoren jeweils eine Gleichrichterschaltung (24) zur Speisung eines von der Impuls-generatoreinheit (13) gesteuerten, an die Statorwicklung des jeweiligen Wechselstrommotors (4) angeschlossenen Wechselrichters (14) vorgesehen ist.

4. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle eine Gleichstromquelle (5) ist, deren Spannung jeweils einer von der Impuls-generatoreinheit (13) gesteuerten Wechselrichterschaltung (14) am Orte des jeweiligen Wechselstrommotors zugeführt ist.

5. Elektrisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Impuls-generatoreinheit (13) in Abhängigkeit von der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes der Statorwicklung des jeweiligen Wechselstrommotors (4) bestimmenden Steuersignalen einer bzw. der Wechselrichterschaltung (14) eine der Zahl der Phasen vier Statorwicklung entsprechende Zahl von Impulsfolgen zuführt, welche elektrisch entsprechend der geometrischen Lage der Phasenstränge der Statorwicklung relativ zueinander phasenverschoben sind, wobei die zeitlichen Impulslängen in den Impulsfolgen zur Annäherung des jeweiligen Phasenstromes entsprechend dem Zeitintegral über die Impulsfolge mit Bezug auf den jeweiligen Gleichstrommittelwert an einen sinusförmigen Stromverlauf im jeweiligen Phasenstrang moduliert sind.

6. Elektrisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Wechselstrommotoren ein Synchronmotor (4) ist.

7. Elektrisches Antriebssystem nach einem der An-

sprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Wechselstrommotoren ein Asynchronmotor ist.

8. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator aus zwei in Axialrichtung beabstandeten Statorteilen (30a, 30b) gebildet ist, deren von Phasenwicklungen umschlungene, in Axialrichtung sich erstreckende und von jeweiligen Statorjochteilen ausgehende, einander gegenüberstehende oder gegeneinander in Umfangrichtung versetzte Pole einen verhältnismäßig flachen zylindrischen Zwischenraum axial begrenzen, in welchem ein Synchronmaschinenpolrad (18) bzw. ein Asynchronmaschinenkurzschlußläufer (33) an einer die Statorteile axial durchdringenden Motorwelle (31) drehbar gelagert ist.

9. Elektrisches Antriebssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorwicklung des Wechselstrommotors (4) am Umfang gleichmäßig verteilte, axial verlaufende Leiterstäbe (36) enthält, von denen eine auf einer Statorschaltung gelegene Gruppe ein Gleichpotential eines Vorzeichens und die gegenüberliegende Gruppe an ein Gleichpotential des entgegengesetzten Vorzeichens anschließbar (37) ist und einander diametral gegenüberliegende Leiterstäbe bezüglich ihres Anschlusses an unterschiedliches Potential in Umlaufrichtung fortschreitend vertauschbar sind, derart, daß ein dem Stator zugeordnetes Synchronmaschinenpolrad (18) durch das von dem stromdurchflossenen Leiterstäben (36) erzeugte, in Drehrichtung fortschreitende Magnetfeld synchron mitgezogen wird.

10. Elektrisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es als von den Wechselstrommotoren (4) anzutreibende Einheiten (19) Einrichtungen eines Fahrzeugs enthält, wie Fensterheber, Motorantennen, Lüfter, Scheibenwischer, Sitzverstellereinrichtungen, Leitwerksstelltriebe, Ventilstelltriebe und dergleichen.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

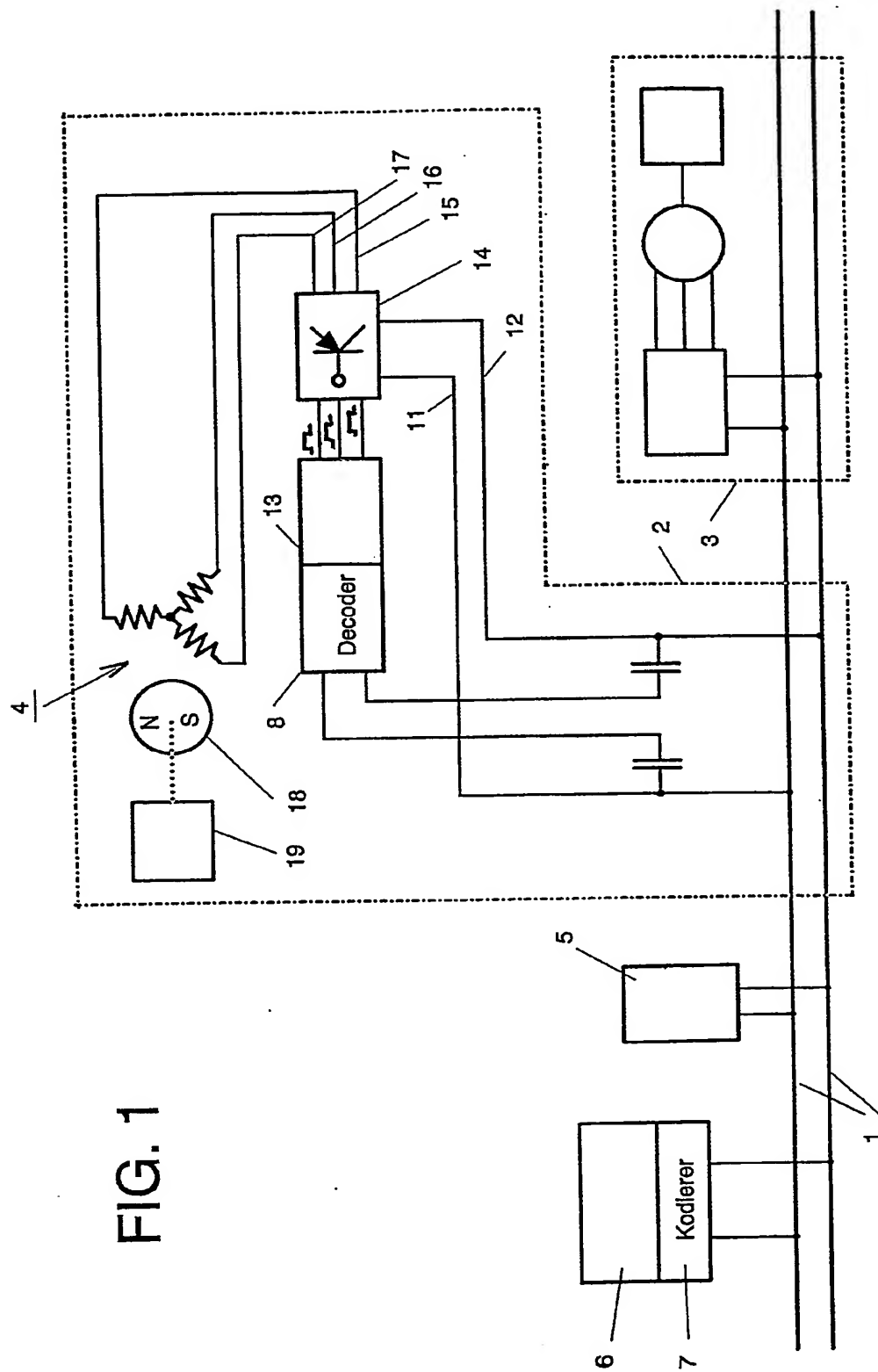
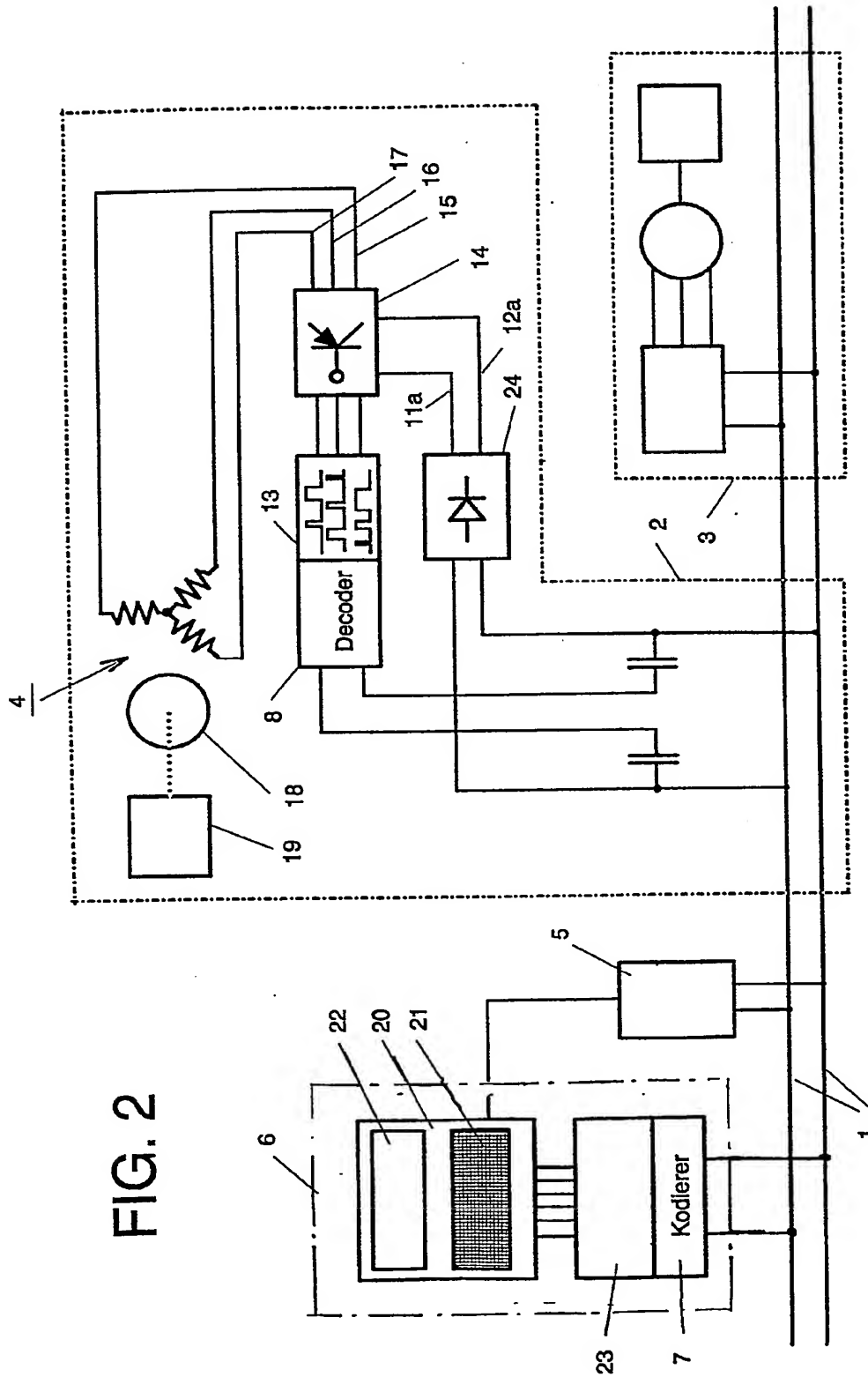


FIG. 2



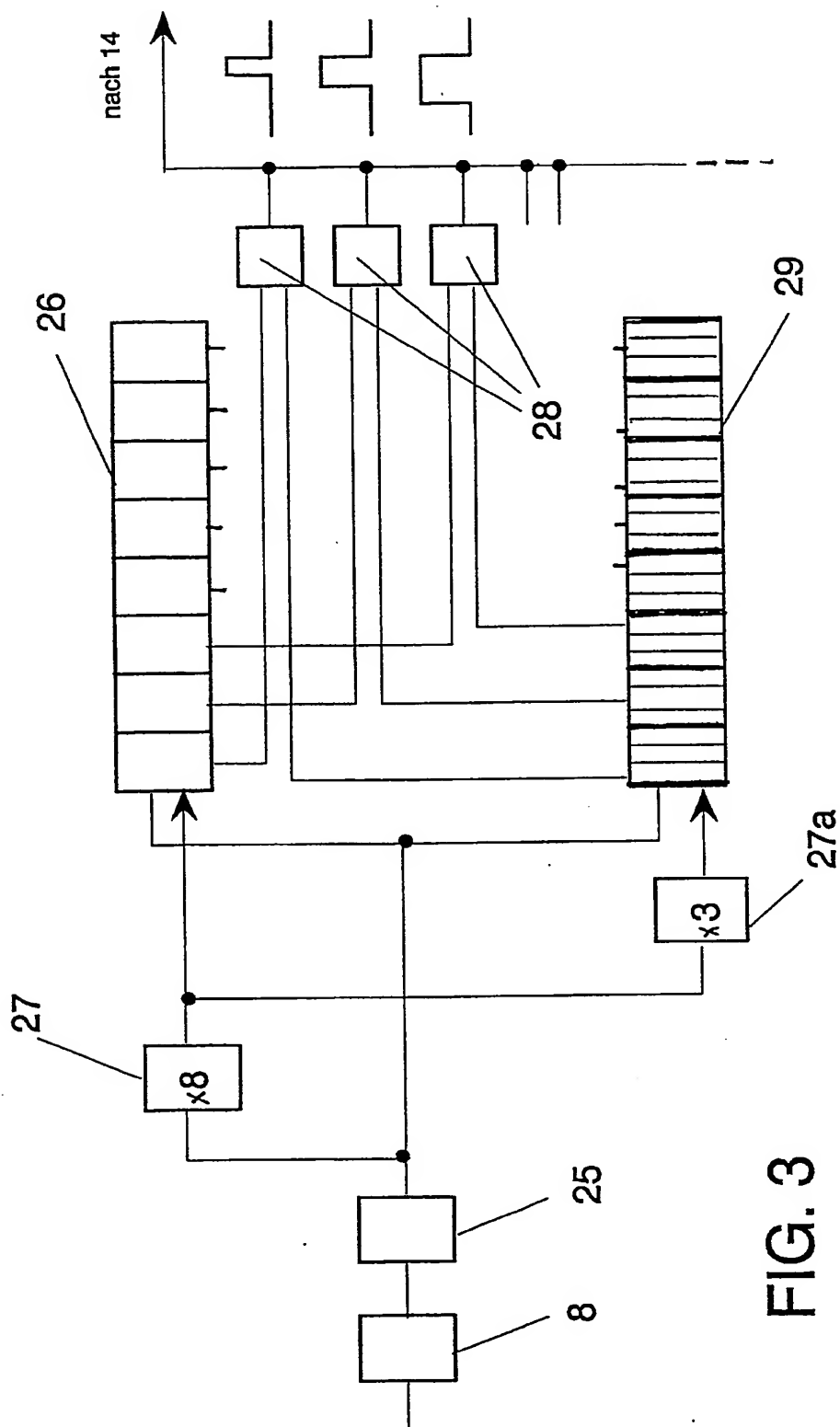


FIG. 3

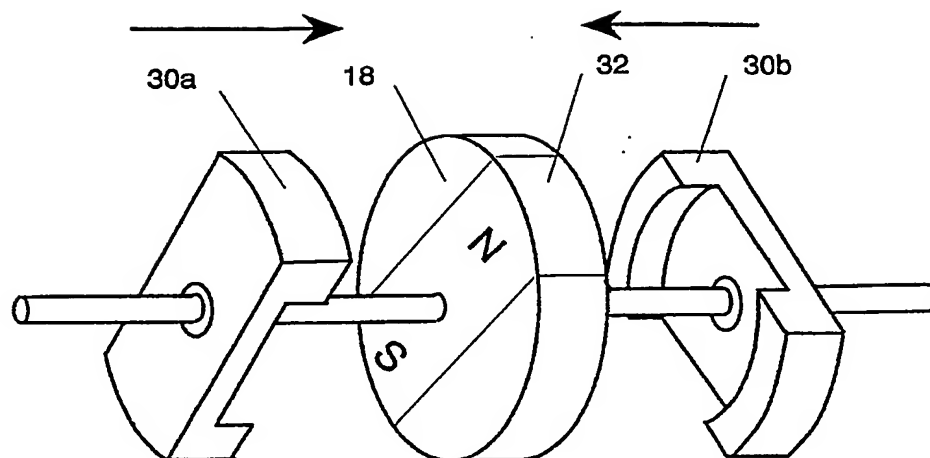


FIG. 4a

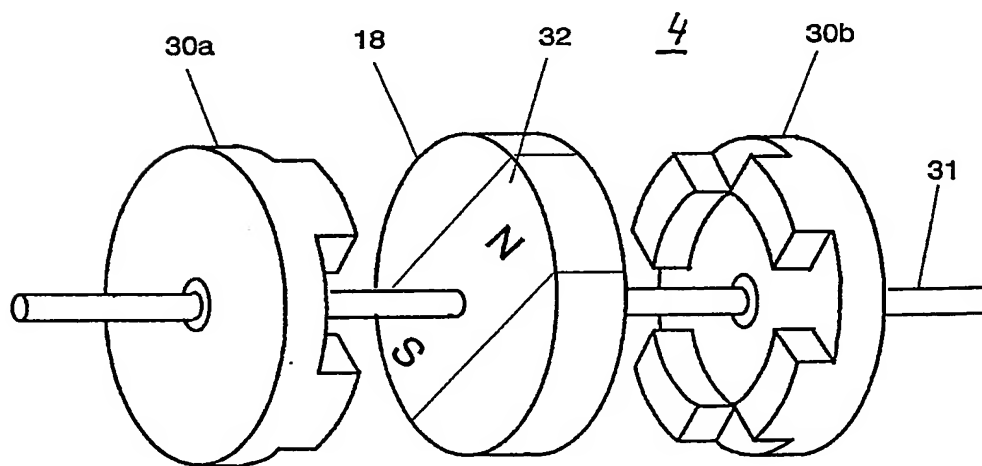


FIG. 4

FIG. 6

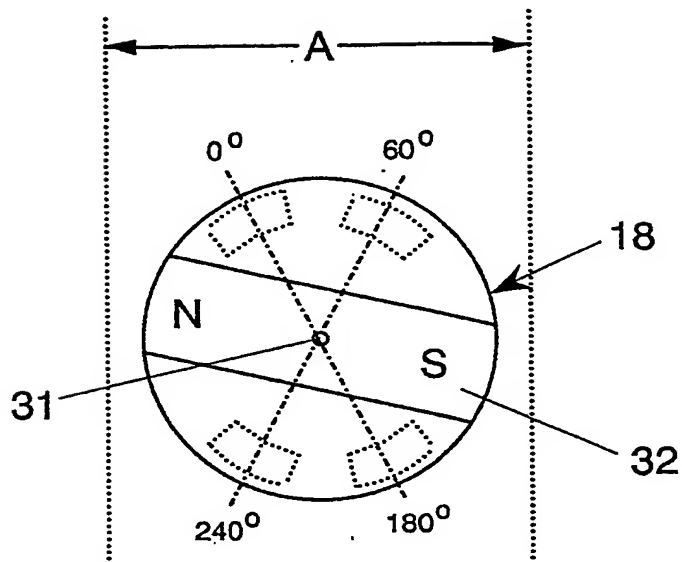
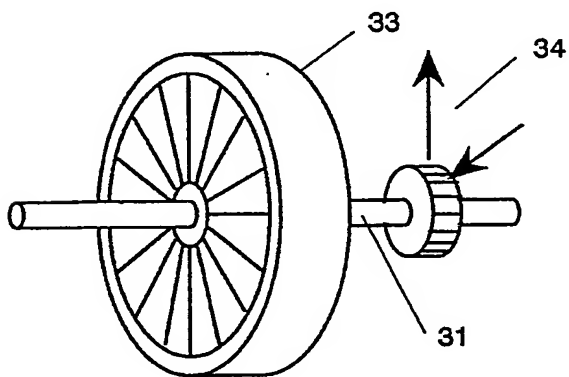


FIG. 5



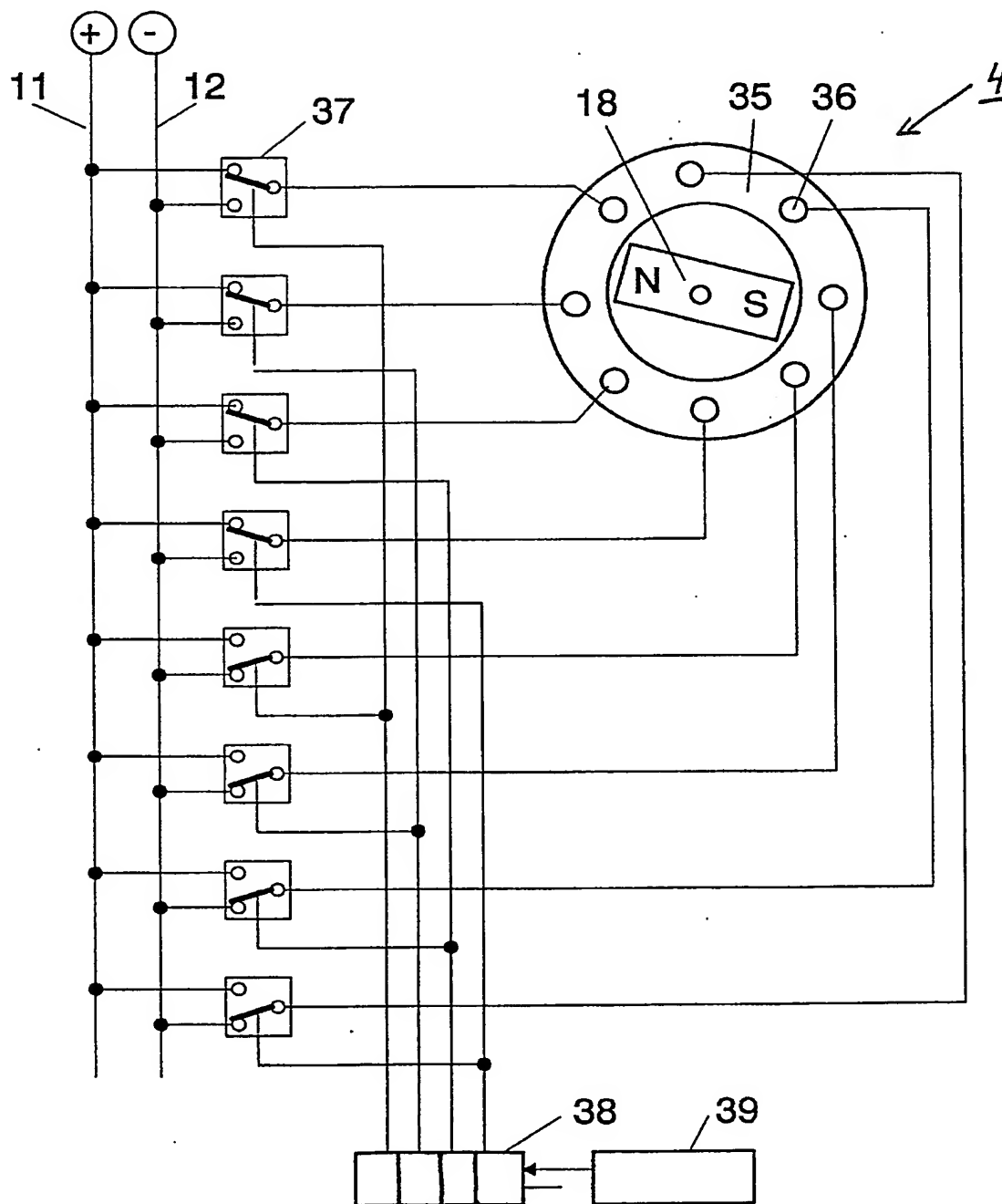


Fig. 7

AN: PAT 1998-532985
TI: Electrical power drive system has impulse generator, controls phase, duration and revolutions of rotating field
PN: DE19722453-C1
PD: 15.10.1998
AB: The system has control signals receivers (8,13) comprising an impulse generator unit (13). The system has raised electromagnetic compatibility and use, reached through the use of commutator and slip ring free AC motors. A multiphase stator winding is controlled by multi-channel control and the rotary speed of the rotating field. A simpler construction of the drive system and its control is achieved.; Prevents blocks e.g. on conveyer band.
PA: (DOEH/) DOEHLER P; (HAAS/) HAASS A;
IN: HAASS A;
FA: DE19722453-C1 15.10.1998; US6246192-B1 12.06.2001; WO9854830-A1 03.12.1998; EP985265-A1 15.03.2000;
CO: AT; BE; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; JP; LI; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;
DN: JP; US;
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE; LI;
IC: A63H-019/24; B60R-016/02; G05B-019/414; H02J-013/00; H02K-003/04; H02K-003/28; H02K-016/04; H02P-007/67;
MC: U24-H; V06-N30; X12-H03; X13-G01X; X22-X;
DC: P36; Q17; U24; V06; X12; X13; X22;
FN: 1998532985.gif
PR: DE1022453 28.05.1997;
FP: 15.10.1998
UP: 27.06.2001

